

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 6 T 7/00

G 0 6 F 15/62

4 1 5

G 0 1 B 11/24

G 0 1 B 11/24

K

G 0 6 T 7/20

G 0 6 F 15/70

4 1 0

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-21323

(22) 出願日 平成9年(1997) 2月4日

(71) 出願人 596026109

株式会社システムサコム

東京都渋谷区東1丁目32番12号

(72) 発明者 鷺巣 悟

神奈川県大和市西鶴間2-3-19-308

(72) 発明者 長瀬 淳

神奈川県横浜市栄区中野町84-3

(72) 発明者 清水 敏雄

神奈川県横浜市磯子区森3-4-17 パー
ムハイツ101

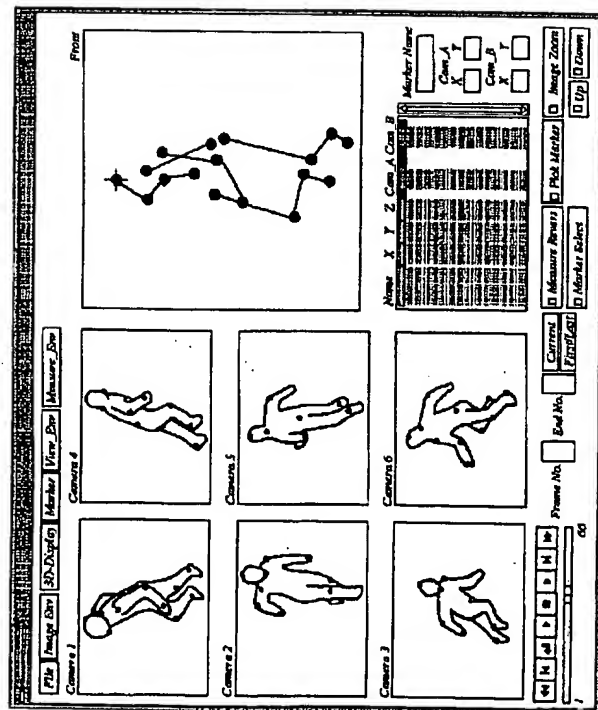
(74) 代理人 弁理士 柳田 征史 (外1名)

(54) 【発明の名称】 モーションキャプチャ方法およびシステム

(57) 【要約】

【課題】 光学式モーションキャプチャシステムにおいて、取得後のデータに対する修正、編集などのポスト処理を簡単かつ短時間に行えるようにして、誤認識が発生した場合にデータ修正に要する時間、あるいは撮影のやり直しに要するコストを節減する。

【解決手段】 マーカを付した被写体を複数の方向から撮影して得た動画像を画像データとして記憶しておき、この画像を表示画面上に表示して確認しながらマーカのラベリング、誤認識されたマーカの修正、認識されなかったマーカの追加などの編集作業を行って、被写体の動作を表す3次元座標データを生成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 動作を分析するための複数の分析点にマーカが付された状態で前記動作を行う被写体を、所定の位置に所定の向きで固定され互いに同期がとられた複数のビデオカメラにより互いに異なる方向から撮影し、前記撮影により得られた撮影方向が互いに異なる複数の動画像をフレーム単位で所定の記憶媒体に記憶し、記憶されたフレームを、同時点の被写体を表す撮影方向の異なる複数のフレームを1組として組ごとに表示画面に表示し、

(a) 表示された各フレームに対して所定の画像認識処理を施して、認識されたマーカをそのフレーム上にそれぞれマーカラベルとして表示し、

(b) 前記フレームおよび前記各マーカラベルに基づいて、前記各分析点に付されたマーカがそのフレーム上でその分析点に付されたマーカを示すマーカラベルとして表示されるようにフレーム上でマーカラベルの編集を行い、

(c) 前記編集後の各マーカラベルの前記フレーム上での位置を示す2次元座標と、前記ビデオカメラの位置および向きとに基づいて、所定の3次元空間における前記各分析点の3次元座標を求め、

(a)、(b)、(c)のステップを前記各組ごとに行って求められた複数の3次元座標データが撮影順に並んだ、前記被写体の前記動作を表す3次元の時系列座標データを得ることを特徴とするモーションキャプチャ方法。

【請求項2】 前記3次元の時系列座標データに基づいて3次元コンピュータグラフィックスにより作成されたキャラクターの動きを制御することを特徴とする請求項1記載のモーションキャプチャ方法。

【請求項3】 所定の動作を行う被写体上の前記動作を分析するための複数の分析点に付される複数のマーカと、前記マーカが付された状態で動作を行う被写体を互いに異なる複数の方向から撮影するためにそれぞれ所定の位置に所定の向きで固定された、互いに同期がとられた複数のビデオカメラと、前記ビデオカメラによる撮影で得られた撮影方向が互いに異なる複数の動画像をフレーム単位で記憶する記憶手段と、前記記憶手段に記憶されたフレームを同時点の被写体を表す撮影方向の異なる複数のフレームを1組として組ごとに表示画面に表示する表示手段と、前記表示画面に表示された各フレームに対して所定の画像認識処理を施して、認識されたマーカをそのフレーム上にそれぞれマーカラベルとして表示するラベリング手段と、前記各分析点に付されたマーカが前記フレーム上でその分析点に付されたマーカを示すマーカラベルとして表示

されるようにするために、前記フレームおよび前記各マーカラベルに基づくフレーム上でのマーカラベルの編集を可能にするマーカラベル編集手段と、

前記編集後の各マーカラベルの前記フレーム上での位置を示す2次元座標と、前記ビデオカメラの位置および向きとに基づいて、所定の3次元空間における前記各分析点の3次元座標を求める3次元座標演算手段と、前記各組ごとに求められた3次元座標データが撮影順に並んだ、前記被写体の前記動作を表す3次元の時系列座標データを得る3次元時系列座標データ生成手段と備えてなることを特徴とするモーションキャプチャシステム。

【請求項4】 前記3次元の時系列座標データに基づいて3次元コンピュータグラフィックスにより作成されたキャラクターの動きを制御する3次元アニメーション制作手段をさらに備えたことを特徴とする請求項3記載のモーションキャプチャシステム。

【請求項5】 前記マーカが発光ダイオードであることを特徴とする請求項3または4記載のモーションキャプチャシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、人間の動作を特徴づける点（例えば肩、肘、膝など）を座標点としてとらえてその動きを追跡するモーションキャプチャ方法およびシステムに関し、特に詳しくは異なる方向から撮影された視差画像に基づいて人間の動きを表す3次元の時系列座標データを生成するモーションキャプチャ方法およびシステムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、テレビコマーシャル、映画、ゲーム、ビジネス用プレゼンテーションあるいは教育用ソフトなどにおいて、コンピュータグラフィックス（CG）により作成された3次元アニメーションが頻繁に見られるようになってきた。3次元アニメーションはモデリング、質感設定、空間設定、アニメーション設定、レンダリングなどの工程により制作される。ここで、モデリングの工程で制作されたキャラクターの動きはアニメーション設定の工程において設定される時系列座標データにより制御される。このようなデータはアニメーションの仕上がりや何度も確認しながら設定していくことができるが、試行錯誤によるデータ入力ではキャラクターに自然な動きを与えることは非常に困難であり、また時間もかかるため制作効率上好ましくない。

【0003】この問題を解決する手法として注目されているのがモーションキャプチャである。モーションキャプチャは、実際の人間の動作を3次元データとして取り込む手法であり、このためのシステムとしては、例えば人間の身体にデータ取得のためのデバイス（例えばデータグローブなど）を装着して有線でデータを転送して座

標データを記録するワイヤ式のものがある。あるいは動作を行う人間の例えば頭、首、肩、肘、手首などに光を反射するマーカをつけ、動作中にストロボを光らせてマーカからの反射光を撮影して座標データを記録する光学式のものもある。記録された3次元座標データは、必要に応じて変換して上記アニメーション設定における動作制御用のデータとして使用することができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】一般に、格闘シーンなど激しい動きを取り込む場合には、自由度の高い光学式モーションキャプチャが好まれる。しかし、光学式モーションキャプチャでは複雑な動作に対してマーカの誤認識が起こることが少なくない。例えば右手と左手の位置が近かったために右手に付けたマーカを左手に付けたマーカとして認識してしまうといった誤りが起こりえる。さらに、従来の光学式モーションキャプチャシステムでは、このようなデータの誤認識あるいはデータの不足はそのデータをCG入力として使用する段階にならないとわからなかった。つまり、撮影が全て終了してしまった後になって問題が発覚することが少なくなかった。

【0005】ここで、光学式モーションキャプチャシステムの設備はデータグローブなどに比べれば高額であるため、レンタルスタジオという形で提供される場合が多い。このため、通常アニメーション制作者は、スタジオを借り、アクターを手配し、アクターの演技を3次元座標データとして記録し、記録されたデータを持ち帰ってからアニメーションを制作している。したがって、上記のような問題が起きた場合、アニメーション制作者は、スタジオやアクターを再手配して撮影をやり直さなければならず、これはコストの面で大きな負担となっていた。

【0006】また、撮影をやり直すことができない場合には、直接データを修正しなければならなかった。しかし、マーカのトラッキング（追跡）処理では、1つのデータが抜けていたり誤っていたりした場合、それ以降のデータ解釈に影響が出てしまうため、前後の3次元座標データに基づいて問題のデータの値を推定することは難しい。このため、データを修正する場合には、アニメーションの動きを見ながら試行錯誤でデータを入力することとなり、モーションキャプチャシステムを使用しない場合と同様な煩雑な処理を行わなければならなかった。

【0007】本発明は上記問題に鑑みて、取得後のデータに対する修正、編集などのポスト処理の自由度を広げ、人間の動きを表す3次元座標データをより効率よく作成することができるモーションキャプチャ方法およびシステムを提供することを目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明のモーションキャプチャ方法およびシステムは、動作を分析するための複数の分析点にマーカが付された状態で前記動作を行う被

写体を、所定の位置に所定の向きで固定され互いに同期がとられた複数のビデオカメラにより互いに異なる方向から撮影し、前記撮影により得られた撮影方向が互いに異なる複数の動画像をフレーム単位で所定の記憶媒体に記憶し、記憶されたフレームを、同時点の被写体を表す撮影方向の異なる複数のフレームを1組として組ごとに表示画面に表示し、(a)表示された各フレームに対して所定の画像認識処理を施して、認識されたマーカをそのフレーム上にそれぞれマーカラベルとして表示し、

(b)前記フレームおよび前記各マーカラベルに基づいて、前記各分析点に付されたマーカがそのフレーム上でその分析点に付されたマーカを示すマーカラベルとして表示されるようにフレーム上でマーカラベルの編集を行い、(c)前記編集後の各マーカラベルの前記フレーム上での位置を示す2次元座標と、前記ビデオカメラの位置および向きとに基づいて、所定の3次元空間における前記各分析点の3次元座標を求め、(a)、(b)、

(c)のステップを前記各組ごとに行って求められた複数の3次元座標データが撮影順に並んだ、前記被写体の前記動作を表す3次元の時系列座標データを得ることを特徴とするものである。

【0009】「動作を分析するための複数の分析点」とは、例えば「被写体」が人間である場合には、頭、首、肩、肘、手首、腰、足の付け根、膝、足首など、その点の位置関係によって人間の動作が特定できるような点を意味する。但し、本発明における被写体は必ずしも人間には限定されない。

【0010】「マーカ」は、望ましくは発光体に取り付けられた専用の帽子やベルトを装着するのがよいが、画像を見て識別できるものであればよい。例えば被写体が動物である場合などは目立つ色のシールを貼るなどしてもよい。

【0011】撮影は、例えば演技を行える程度の広さの部屋の天井の四隅に、部屋の中心を向くようにビデオカメラを固定し、その部屋で演技を行う被写体を撮影する。これにより、被写体を異なる方向から撮影した複数の動画像が得られる。この動画像は例えば1秒あたり数十フレームから百数十フレーム程度の静止画像データの集合として所定の記憶媒体に記憶する。

【0012】また、「同時点の被写体を表す撮影方向の異なる複数のフレームを1組として組ごとに表示画面に表示する」とは、ある時点における被写体を例えば正面、右前方、右後方、後方、左後方、左前方からそれぞれ見た映像を1画面上に並べて表示することなどを意味する。したがって、撮影された順番で順次「組ごとに」表示を行えば、被写体を6方向からみた6つのムービーが同時に再生されることになる。

【0013】「所定の画像認識処理」は画像中のある対象を抽出する際に用いられている公知の方法を適用するものとする。これにより認識されたマーカは、例えば赤

い点で示される「マーカラベル」としてフレーム上に画像と重ね合わせられる形で表示される。

【0014】このマーカラベルの編集を「前記フレームおよび前記各マーカラベルに基づいて」行うとは、すなわち被写体の映像を見ながら、そこに重ね合わせられて表示されているマーカラベルが、誤って認識されていないかを確認して、編集処理を行うということである。従来のシステムでは、点表示されるマーカラベルのみに基づいて編集を行っていたが、本発明では画像との対応付けにより、マーカラベルの本来あるべき位置を簡単に把握することができるので、認識誤りが起きた際の修正が容易になる。

【0015】編集作業は、「各分析点に付されたマーカがそのフレーム上でその分析点に付されたマーカを示すマーカラベルとして表示されるように」行うが、これは具体的には、右手に付されたマーカがマーカラベルとして表示されていなければ、マーカラベルを追加し、右手のマーカとして正しく認識され表示されていれば何もせず、左手のマーカとして認識されていればそのマーカラベルが右手のマーカを示すものとなるように対応付けを修正するといったことを意味する。なお、「編集」には、全てのマーカラベルが正しく表示されていたために何も行わなかった場合も含まれるものとする。

【0016】「各マーカラベルの前記フレーム上での位置を示す2次元座標と、前記ビデオカメラの位置および向きとに基づいて、所定の3次元空間における前記各分析点の3次元座標を求める」方法としては、理学療法やスポーツ医学、人間工学の研究などの分野において、動作解析に用いられている公知の方法を用いることができる。

【0017】上記のようにして得られた3次元の時系列座標データは3次元コンピュータグラフィクスにより作成されたキャラクタの動きを制御するためのデータとして使用することができる。但し、本発明のモーションキャプチャシステムは、高精度のデータを取得するための修正、編集処理を可能にすることを主たる目的としているため、リアルタイムなCG制御は対象としていない。

【0018】なお、上述のように本発明においては、座標計算の方法として上記動作解析用のシステムで用いられている各種方法を適用することができるが、このような動作解析システムは被写体のありのままの動作を、可能な限り正確にとらえることを目的とするという点で、本発明とは本質的に相反する思想に基づくものである。すなわち、本発明は、正確な座標点を求めることではなく、所望の座標点（例えば取得したデータをアニメーション制御に用いた場合にキャラクタに所望の動きを与えるような座標点）を編集により生成することを目的とする。したがって、上記座標計算においてはこれらを考慮した計算を行ってもよい。

【0019】

【発明の効果】本発明のモーションキャプチャ方法およびシステムは、マーカを付した被写体を複数の方向から撮影して得た動画像に基づいて被写体の動きを表す3次元座標データを取得する際に、演算結果である3次元座標データのみを記録するのではなく、撮影により得られた動画像自体を画像データとして記憶しておくものである。これにより、画像を確認しながらマーカのトラッキングを行うことができ、不足データの追加、認識誤りの修正を簡単に行うことができるので、従来のようにデータ取り直しのために再撮影を行うといったことがなくなる。

【0020】さらに、従来のシステムでは、アクターの演技が満足がいくものか否かを確認するためには、モーションキャプチャシステムとは別にビデオ撮影を行い、これを再生することによって確認を行うしかなかった。しかし、本発明によれば、画面上で、座標点表示ではなく画像としてアクターの演技を確認することができるため、このようなビデオ撮影は不要となる。

【0021】すなわち、本発明のモーションキャプチャ方法およびシステムによれば、CGアニメーションの制御に用いるデータを効率よく取得することができ、これにより、簡単にキャラクタにリアルな動きを与えることができる。

【0022】ここで、従来のシステムでは記録されるデータはマーカの座標データのみであったため、専用マーカを付けられない対象については当然のことながらその動作を取り込むことはできなかった。本発明のシステムの場合、作業効率の観点からマーカを付すことを前提としているものの、記録された動画像データを参照しながら全ての分析点を画面上で指定することは不可能ではない。したがって、例えば猛獣、毒蛇など（マーカを付けられないもの）のリアルな動きをCGキャラクタに当てはめたいといった場合に、対象の本来の特徴（模様など）に基づいて架空のマーカを想定し、画面上で、認識処理で認識できなかったマーカと同様にマーカラベルを追加すれば、専用マーカを付すことなくその動作を取り込むこともできる。

【0023】なお、本発明のモーションキャプチャ方法およびシステムの用途は上記アニメーション制作に限定されるものではなく、本発明は取得したデータの修正・編集が必要とされるあらゆる分野においてその効果を発揮するものである。

【0024】また、修正・編集を必要としない上記動作解析などでも、座標データとその座標データを取得した画像とを見比べて確認を行いたい場合などに、本発明のシステムを利用してよい。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明のモーションキャプチャ方法およびシステムの一実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0026】図1は、株式会社システムサコム社製の光学式モーションキャプチャシステム4D-Captor MC-6000シリーズのシステム構成を示す図である。図に示されるように、このシステムは6台のビデオカメラ1と、各ビデオカメラ1により撮影された動画像信号を入力とするマルチチャンネルビデオアダプタ2と、ビデオカメラ1で撮影された映像を確認するためのカメラと同じ台数（すなわち6台）のモニタ3と、動画像信号をデジタル化してフレーム単位で記憶するためのデジタルディスクレコーダ4と、記憶された各フレームに対してマーカのラベリングやマーカラベルの修正・編集処理を含む各種画像処理を施すためのワークステーション5とにより構成される。

【0027】上記構成のシステムの各要素は通常撮影スタジオなどに設置され、6台のビデオカメラは図2に示されるように（但し6台のうち2台は図示せず）、動作を行う被写体の周りにそれぞれ異なる向きから被写体を撮影できるように配置される。これらのカメラは互いに同期しており、被写体の撮影を同時に開始し、同時に終了する。

【0028】なお、カメラの台数は必ずしも6台に限定されるものではない。例えば被写体の動きが簡単なジェスチャー程度のものであって、振り向いたり回転したりすることがない場合には、カメラの台数は少なくともよい。

【0029】撮影される被写体は、頭、肘、膝など、被写体の動きが特徴づけられる点にマーカを付けられた状態で動作を行う。本実施の形態では、マーカとして小型の発光ダイオードを使用するが、このダイオードは乾電池などの電源とともに、例えば頭であれば帽子のようなもの、膝などについてはスポーツなどで使用される膝当てのようなものに取り付けられている。すなわち、被写体はこれらを装着することにより身体にマーカを付けることができる。但しマーカの装着方法は、これに限定されるものではなく、被写体の種類あるいは形状に応じて適宜定めればよい。

【0030】被写体の撮影により得られた画像信号はマルチチャンネルビデオアダプタ2の各チャンネルに入力される。入力された画像信号は6台のモニタ3に表示されるとともにデジタルディスクレコーダ4に入力される。デジタルディスクレコーダ4は、入力された画像信号をフレーム単位の非圧縮データにデジタイズして記録する（ムービーを作成する）。

【0031】なお、後述のように本発明は被写体の動きを動画像としてワークステーションの画面上で確認できるため、上記6台のモニタは必ずしも必要ではない。しかし、実際には、例えばゲーム用アニメーションの制作などにおいて、データ編集を行うオペレータとアクターの演技を確認するディレクタとは別の人である場合が多いため、ワークステーションの画面表示とは別にモニタ

を用意しておき、演技を確認できるようにしておくことが望ましい。

【0032】デジタルディスクレコーダ4はSCSIインタフェースによりシリコングラフィックス社製IRISワークステーション5と接続されており、上記ムービーデータはワークステーション5のディスクに転送される。

【0033】次に、上記ムービーデータに対して施される画像処理について、上記光学式モーションキャプチャシステム4D-Captor MC-6000シリーズ用のモーションエディタソフトウェア4D-Captor SE-100（株式会社システムサコム社製）を例にあげて説明する。このモーションエディタは、ムービーデータに基づいてマーカのラベリング、マーカラベルの編集、座標計算、計算された3次元座標データのプレビューなどを行うものである。

【0034】図3および図4は、このモーションエディタの編集画面の一例を示す図である。図3の画面は主としてマーカの名称設定、視点となるカメラの指定、マーカラベルの編集、座標計算などを行うための画面である。ここで視点となるカメラの設定とは、各マーカごとにそのマーカの3次元座標データの計算に用いられる2つの撮影方向（2台のカメラ）を指定することを意味する。つまり、一般にマーカの3次元座標データは、2つの視点の位置および向きと各視点から見た平面上でのマーカの2次元座標とにより視差を利用して計算することができるため、この2つの視点となる2台のカメラを指定する。カメラの指定はマーカを見失ったり誤認識したりしない限り、スタートフレームについてだけ行えばよい。

【0035】この画面の左半分には、被写体をそれぞれ左前方（Camera1）、正面（Camera2）、右前方（Camera3）、右後方（Camera4）、後方（Camera5）、左後方（Camera6）から撮影して得られた複数のフレームのうち、同じ時点の被写体を表す（フレーム番号が同じ）6つのフレームが表示される。また各フレームには認識されたマーカがマーカラベルとしてプロット表示されている。

【0036】3次元座標の計算は画面左下の白抜き三角ボタンをクリックすることにより開始され、求められた各マーカの座標は画面右上の領域に示される3次元空間に点として表示されるとともに、画面右下のリストに数値としても表示される。この際、リストには座標値とともに、マーカの名称および計算に用いられた視点（カメラの番号）も表示される。

【0037】オペレータは、3次元空間の点あるいはリストに表示されたマーカラベルの位置を見て、マーカが正しく認識されたか否かを判断することができる。マーカが誤認識された場合や、認識されずにデータ抜けが発生した場合には、画面左下の各種ボタンによりフレーム番号を指定したりコマ送りをしたりして所望のフレーム

を呼び出し、フレーム上で（画面右下のPick Markerボタン）、あるいは3次元画面上で（Marker Selectボタン）、マーカラベルの対応付けの変更や追加などを行う。この際必要に応じてフレームの画像を拡大縮小することもできる（Image Zoomボタン）。

【0038】本発明では、このように画像を確認しながら、フレーム上でマーカラベルの編集行えるため、特に経験を要することなく誰もが簡単に修正を行うことができる。

【0039】なお、編集画面の上部に配置される各ボタンは、それぞれファイル入出力、フレーム上でのマーカのラベリング表示などの設定（Image Env）、3次元画面の視点の設定（3D-Display）、マーカの表示形状（Marker）、計算に伴う画面更新の設定（View Env）、3次元座標計算の詳細設定（Measure Env）などの機能に対応するものである。

【0040】図4は従来のモーションキャプチャシステムと同様に、計算により求められた3次元座標データを編集するための画面であり、各マーカのX座標、Y座標、Z座標の動きを、横軸をフレーム番号、縦軸をマーカの移動量として表したものである（背面のウィンドウ）。画面右にはマーカ名称のリストが表示され、リスト上で指定されたマーカのX、Y、Z座標が表示される。さらに図3の画面と同様に、各マーカの3次元座標データを点として表したものが表示される（前面のウィンドウ）。これは下部に表示される再生ボタンなどにより再生することができ、全体の動きを確認することができるようになっている。

【0041】従来のモーションキャプチャシステムでは、データの認識漏れや認識誤りがあった場合の修正を、この図4に示されるような画面で行わなければならなかったが、本発明の場合は、このような編集作業を上記図3の画面において簡単に行うことができるため、図4の画面では主としてスムージングや、モデル全体の空

間内における位置の移動などを行う。例えば、画面上部のA11、X、Y、Zのボタンにより編集したいグラフを指定し、マウスによりグラフ上で所望のエリアを指定すればスムージングを行うことができ（Editボタン）、これによりモデルの動きを滑らかにすることができる。また、モデルの立ち位置が3次元空間内の隅の方に寄っていた場合などに、中央に移動するといった編集もこの画面で行う。このほか、図3の画面と同様に、拡大縮小（Effectボタン）、3次元画面表示の視点の変更（Windowボタン）なども行うことができる。

【0042】図4から明らかであるように、従来のシステムのように図4のような画面で誤ったデータの修正や追加を行ってモデルに自然な動きを与えることは、モデルの動きを座標としてとらえることに慣れている熟練者でなければ困難な作業であった。これに対し、本発明の方法およびシステムでは、図3に示した編集機能により経験の浅い者でも容易にデータ編集を行うことができ、またデータ編集に費やす作業時間を大幅に短縮することができる。さらに、データ不足のために撮影をやり直すといった必要もなくなるため、アニメーション制作などのコストも低減でき、実用上の効果は極めて大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のモーションキャプチャシステムのシステム構成の一例を示す図

【図2】モーションキャプチャスタジオの一例を示す図

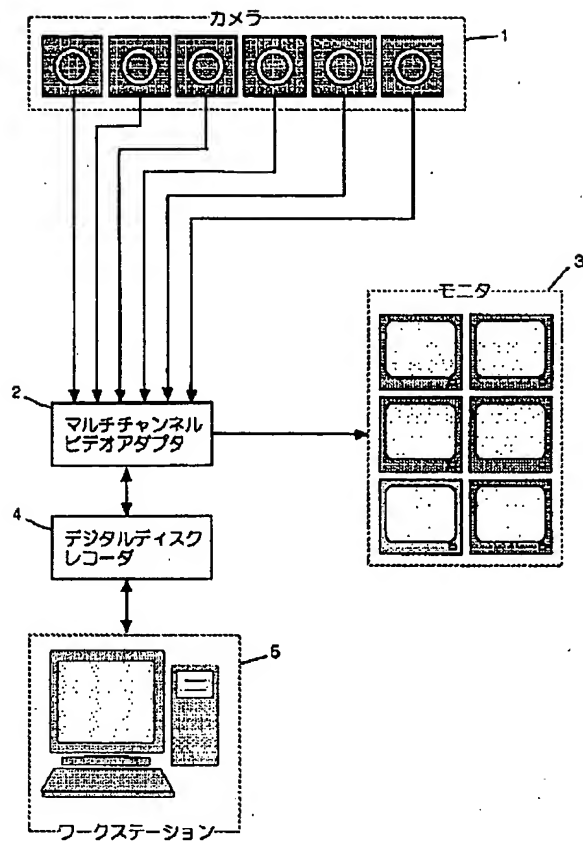
【図3】モーションエディタの編集画面の一例を示す図

【図4】モーションエディタの編集画面の他の例を示す図

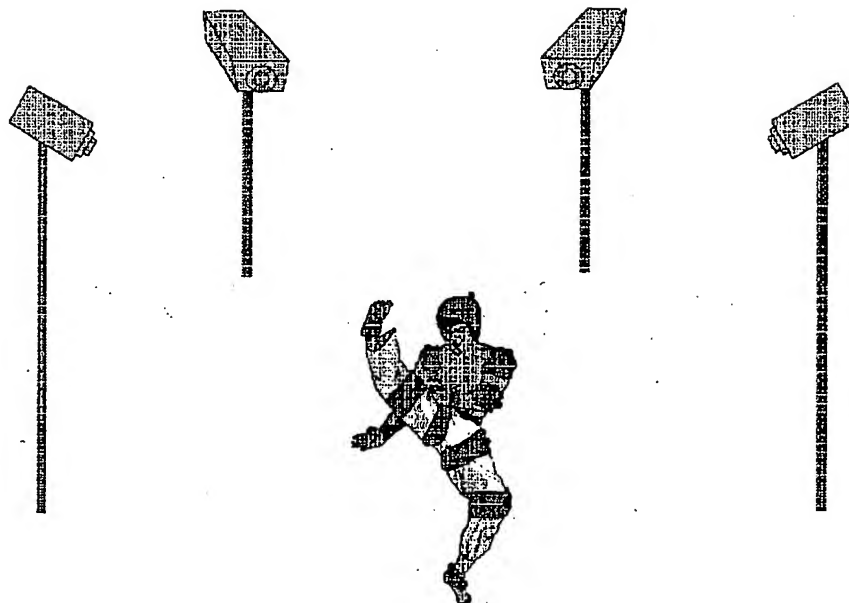
【符号の説明】

- 1 カメラ
- 2 マルチチャンネルビデオアダプタ
- 3 モニタ
- 4 デジタルディスクレコーダ
- 5 ワークステーション

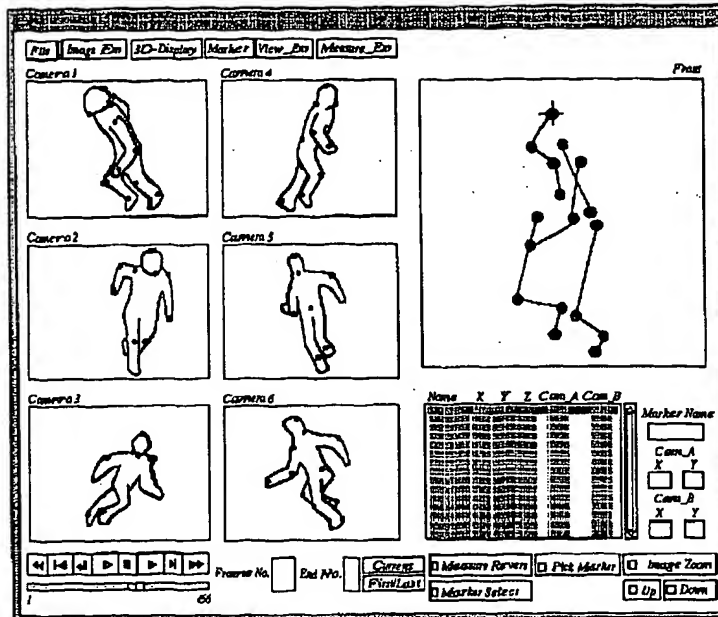
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

